

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Агеева Максима Игоревича

«Получение порошков жаропрочных никелевых сплавов и их применение в аддитивных технологиях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Развитие современной авиационно-космической отрасли тесно связано с созданием новых жаропрочных никелевых сплавов, а также применением инновационных технологий для повышения рабочих характеристик уже существующих сплавов. Кроме того, в авиакосмической промышленности устойчивым трендом является широкое внедрение аддитивных технологий, в первую очередь селективного лазерного сплавления и прямого лазерного выращивания. В связи с этим диссертационная работа М.И. Агеева, направленная на разработку эффективных методов получения сферических и овализованных порошков жаропрочных никелевых сплавов и их апробация в технологиях прямого лазерного выращивания и селективного лазерного сплавления, несомненно является актуальной.

В работе получен ряд интересных результатов, обладающих выраженной научной новизной. В частности, показано, что для сплава CompoNiAl-M5-3 с 15% молибдена дисперсные выделения фазы Cr(Mo) размером 150-400 нм на границе зерен β -фазы и размером 20 нм в теле дендритных ячеек сплава, а также формирования когерентных межфазных границ зерен $(\text{Mo}_{0,8}\text{Cr}_{0,2})\text{xNb}$ и $\text{Cr}_3\text{Mo}_3\text{C}$ существенно повышают прочностные характеристики. Обнаружено, что в сплаве с 1% Nb и 0,9% Hf упрочняющие фазы Лавеса Co_2Nb и Cr_2Nb , Гейслера Ni_2AlHf и карбидов $(\text{Hf}_x\text{Nb}_y)\text{C}$ с одной стороны повышают прочность, а с другой конгломераты этих фаз являются концентраторами напряжений и приводят к преждевременному разрушению сплава вследствие локализации напряжений на границе раздела зерен.

Практическая значимость работы тоже не вызывает сомнений. Получены распыленные порошки жаропрочных никелевых сплавов марок ВЖ159 и ЭП648 без сателлитов с улучшенными физико-технологическими свойствами, разработан новый иерархически-структурированный сплав на основе моноалюминида никеля с повышенным уровнем прочности 2318 МПа. Разработанный диссертантом способ обработки распыленных порошков в шаровой вращающейся мельнице рекомендован к применению на предприятиях АО «Русполимет». Разработана и зарегистрирована технологическая инструкция на процесс изготовления узкофракционных сферических СВС-порошков и

зарегистрировано «ноу-хау». Изготовлены модельные образцы рабочей лопатки турбины и сопла жидкостного ракетного двигателя.

Результаты работы прошли апробацию на 5 международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 6 статей в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК и индексируемых в базах RSCI, Scopus и Web of Science.

В качестве замечания следует отметить, что в 5-й главе автореферата упоминается наличие нановыделений α -Cr в объеме зерен β -фазы, но отсутствуют доказательства сопряженности кристаллических решеток. Имело бы смысл привести изображение этих частиц, полученное с помощью просвечивающего электронного микроскопа высокого разрешения. Указанное замечание носит рекомендательный характер и не снижает общей положительной оценки диссертационной работы.

Диссертация М.И. Агеева в полной мере отвечает всем критериям, предъявляемым к диссертациям ученой степени кандидата технических наук, установленным «Положениями о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», а ее автор, Агеев Максим Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Д.т.н., ведущий научный сотрудник
лаборатории прочности и пластичности
металлических и композиционных
материалов и наноматериалов ИМЕТ РАН

Калашников Игорь Евгеньевич

30.11.2023

Специальность: 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы

Я, нижеподписавшийся, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертационной работы Агеева Максима Игоревича, и их дальнейшую обработку.

Калашников Игорь Евгеньевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН),
119334, г. Москва, Ленинский проспект, 49
тел.: +7 (499) 135-87-01, e-mail: imet@imet.ac.ru, сайт: <http://www.imet.ac.ru/>

Подпись Калашникова И.Е. удостоверяю:

Ученый секретарь ИМЕТ РАН О.Н. Фомина